



**Силабус навчальної дисципліни  
Теорія і технологія термічної  
обробки конструкційних сталей  
магістр**

(назва освітнього ступеня)

132 «Матеріалознавство»

(назва спеціальності)

освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми

«Прикладне матеріалознавство»

(назва освітньої програми)

Статус дисципліни	Обов'язкова
Мова навчання	Українська
Факультет/Інститут*	Інформаційних технологій та механічної інженерії
Кафедра	Матеріалознавства та обробки матеріалів
Контакти кафедри	49005, м. Дніпро, вул. Архітектора Олега Петрова, 24а. каб. 554 (п'ятий поверх головного корпусу); +38 097 334 75 88 <a href="mailto:vs062@ukr.net">vs062@ukr.net</a>
Викладачі-розробники	Вахрушева Віра Сергіївна, доктор технічних наук, професор кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів.
Контакти викладачів	<a href="mailto:vs062@ukr.net">vs062@ukr.net</a>
Розклад занять	<a href="https://pgasa.dp.ua/timetable/WSIGMA/MEX/ROZKLADP.HTML">https://pgasa.dp.ua/timetable/WSIGMA/MEX/ROZKLADP.HTML</a>
Консультації	<a href="https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2024/09/grafik-konsultatsij-roboty-kaf-MiOM-2024-2025-na-sajt.pdf">https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2024/09/grafik-konsultatsij-roboty-kaf-MiOM-2024-2025-na-sajt.pdf</a>

**Анотація навчальної дисципліни**

Навчальна дисципліна спрямована на вивчення методів виробництва конструкційних матеріалів, їх структури та властивостей; ознайомленням з можливостями сучасного машинобудування і перспективними технологіями обробки конструкційних матеріалів; визначенням фізичної суті явищ, що відбуваються в матеріалах при дії на них різних факторів в умовах виробництва та експлуатації, їх вплив на властивості матеріалів; економічні та екологічні проблеми при одержанні та обробці матеріалів.

**1. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

	Години	Кредити	Семестр	
			I	
Всього годин за навчальним планом, з них:	180	6	180	
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	56		56	
лекції	32		32	
лабораторні роботи				
практичні заняття	24		24	
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	124		124	
підготовка до аудиторних занять	40		40	
підготовка до контрольних заходів	30		30	
виконання курсового проекту або роботи	15		15	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	9		9	
підготовка до екзамену	30		30	
<b>Форма підсумкового контролю</b>			Екзамен	

## 2. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни:** формування у студентів знань з теоретичних основ термічної обробки та технології термічної і комбінованої обробки конструкційних сталей.

**Завдання дисципліни:** вміння встановлювати взаємозв'язок між комплексом властивостей металопрокату, його структурою та режимом термомеханічної обробки, за яким він виробляється. оволодіння студентами вибором виду та режимів термічної обробки для виготовлення конструкційних матеріалів з заданим рівнем властивостей. Вміти вибрати технологію термічної обробки та встановити взаємозв'язок між комплексом властивостей, структурою та режимами термічної обробки.

**Пререквізити дисципліни.** Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Металознавство та обробка матеріалів»; «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»; «Теорія процесів формування структури та властивостей конструкційних матеріалів»; «Методи структурного аналізу»; «Будівельне матеріалознавство».

### Постреквізити дисципліни:

1. Підготовка до підсумкової атестації. Атестація здійснюється у формі публічного захисту дипломної роботи.

2. Доступ до навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти.

### Компетентності.

**ЗК.02** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ФК.02** Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства, у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.

**ФК.09** Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкурентних умов експлуатації.

**Заплановані результати навчання.** (відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладне матеріалознавство» - 2024, спеціальності 132 «Матеріалознавство»). У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**ПРН 12.** Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.

**ПРН 13.** Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.

**ПРН 14.** Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів.

**ПРН 15.** Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.

## 3. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
<b>Змістовий модуль 1. Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей. Теорія термічної обробки конструкційних сталей.</b>					
<b>Загальні положення теорії термічної обробки.</b> Утворення аустеніту. Механізм та кінетика аустенітизації. Мета термічної обробки. Основні фактори впливу при термічній обробці. Види термічної обробки. Утворення аустеніту, кінетика та механізм аустенітизації. Кінетичні криві, ізотермічні та термокінетичні діаграми утворення аустеніту. Гомогенізація та зерно аустеніту.	18	4	8		6

<b>Перетворення переохолодженого аустеніту.</b> Кінетика та механізм перетворення аустеніту в ферито-цементитну суміш. Вплив складу сталі, розмір зерна та неоднорідність аустеніту. Мартенситне перетворення у сталі.	6	2			4
<b>Бейнітне (проміжне) перетворення. Відпуск загартованої сталі.</b> Кінетика бейнітного перетворення. Структура та механічні властивості при бейнітному перетворенні. Види відпуску загартованої сталі. Перетворення залишкового аустеніту. Формування цементиту. Полігонізація фериту, сфероїдізація та коагуляція карбідів.	20	4	10		6
<b>Старіння металів та сплавів.</b> Термічне старіння та його стадії. Вплив термічного старіння на властивості. Мартенситно-старіючі сталі. Статичне деформаційне старіння та його кінетика. Динамічне деформаційне старіння.	4	2			2
<b>Термомеханічна обробка.</b> Види термомеханічної обробки (ВТМО, НТМО). Вплив температури та ступеню деформування. Основні технологічні фактори.	6	4			2
<b>Механізми зміцнення, структури і механічні властивості сталей підвищеної і високої міцності.</b>	14				14
<b>Разом за змістовим модулем 1.</b>	<b>68</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>34</b>
<b>Змістовий модуль 2. Види прокату та технологія і обладнання термічної обробки конструкційних сталей.</b>					
<b>Контрольована прокатка.</b> Вплив температури, ступеню деформації. Безперервна прокатка.	10	2			8
<b>Термічна обробка сталюого металопркату.</b> Термічна обробка і контрольована прокатка гарячекатаних і холоднокатаних листів. Термічна обробка проволочи Патентування проволочи. Термічна обробка труб і балонів. Сфероїдизуючий відпал.	14	2	4		8
<b>Противофлокенна термічна обробка.</b> Вплив різних факторів на утворення флокенів у металопркаті. Режими противофлокенної обробки. Методи контролю наявності флокенів у конструкційній сталі.	10	2			8
<b>Термічна обробка періодичних профілів (арматури) для армування залізобетонних конструкцій.</b> Класи міцності та вміст елементів у сталі для арматури. Технологія термічного поліпшення. Термічне зміцнення арматурної сталі з прокатного нагріву у лінії сортопркатного стану. Електроконтактні та індукційні установки для термічної обробки арматури.	12	4			8
<b>Термічна і термомеханічна обробка та контрольована прокатка фасонних профілів прокату загального призначення.</b> Профілі прокату та їх форма. Технологія термічного зміцнення фасонних профілів. Прискорене охолодження – основні схеми. Рекристалізаційна контрольована прокатка.	10	2			8
<b>Технологія термічної обробки сталюих злитків і безперервнолитих заготівок.</b> Дефекти злитків. Дифузійний (гомогенизуючий) відпал. Пом'якшуюча термічна обробка. Контроль якості злитків.	7	2	2		3

Термічна обробка сталевих проволочи. Термічна обробка труб і балонів. Термічна обробка стрічки та жести. Термічна обробка чавунного металопрокату.	4	2			2
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>67</b>	<b>16</b>	<b>6</b>		<b>45</b>
<b>Змістовий модуль 3 (курсова робота). Обґрунтування вибору матеріалу, процесів і технологій термічної обробки конструкційних матеріалів.</b>					
Вибір режиму т/о, технології та обладнання. Вибір марки сталі.	15				
<b>Разом за змістовим модулем 3.</b>	<b>15</b>				<b>15</b>
<b>Підготовка до екзамену</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Усього годин</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>24</b>		<b>124</b>

#### 4. САМОСТІЙНА РОБОТА

##### ОПРАЦЮВАННЯ РОЗДІЛІВ ПРОГРАМИ, ЯКІ НЕ ВИКЛАДАЮТЬСЯ НА ЛЕКЦІЯХ:

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1.	підготовка до аудиторних занять	40
2.	підготовка до контрольних заходів	30
3.	виконання індивідуальних завдань	
4.	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: - Механізми зміцнення, структури і механічні властивості сталей підвищеної і високої міцності. - Термічна обробка сталевих проволочи. Термічна обробка труб і балонів. Термічна обробка стрічки та жести. Термічна обробка чавунного металопрокату.	9 5 4
5.	виконання курсового проекту або роботи	15
6.	підготовка до екзамену	30
	<b>Усього годин</b>	<b>124</b>

**ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТА/АБО ГРУПОВИХ ЗАВДАНЬ** – навчальний план не передбачає.

#### 5. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

**Змістовий модуль 1. Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей.**  
Теорія термічної обробки конструкційних сталей.

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модульного контролю складається з:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 16 балів;
- практичні заняття - максимальна кількість – 54 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 30 балів).

Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію, якщо студент був присутнім на лекції та 0 балів - якщо студент був присутнім на лекції.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів - 34. Загальна кількість практичних занять – 2 (17 балів за кожну практичну роботу). За кожну практичну роботу нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 17 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 16 - 8 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 7-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з двох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 15 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 15 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 14-8 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів -7- 5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

### **Змістовий модуль 2. Види прокату та технологія і обладнання термічної обробки конструкційних сталей.**

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модульного контролю складається з:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 16 балів;
- практичні заняття - максимальна кількість – 12 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 72 бали).
- Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію, якщо студент був присутнім на лекції та 0 балів - якщо студент був присутнім на лекції.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів - 12. Загальна кількість практичних робіт – 3 (4 балів за кожну практичну роботу). За кожну практичну роботу нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 4 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 3 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 2-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 24 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 24 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 23-10 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів - 9- 5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

### **Змістовий модуль 3. (курсова робота). Обґрунтування вибору матеріалу, процесів і технології термічної обробки конструкційних матеріалів.**

Максимальна оцінка за курсову роботу – 100 балів. Курсовий проект складається з двох рівноважних розділів. Максимальна кількість балів за кожен розділ – 50 балів. На кожен розділ курсового проекту нараховують:

- за повністю викладений розділ – 50 балів;
- розрахункова частина розділу має не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 49-30 балів;
- студент виконав експериментальні розрахунки, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 29-11 балів;
- студент неповністю виконав завдання розділу курсової роботи, у відповіді

допущені груби помилки – 10-1 балів;

- за повну відсутність розрахункової частини – 0 балів.

- **Екзамен**

Екзаменаційна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи **нараховують:**

- повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 25 балів;

- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 24-18 балів;

- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів – 17-10 балів;

- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) – 9-1 балів;

- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середнє арифметичне між оцінками за змістовий модуль 1, 2 та екзамен.

**Порядок зарахування пропущених занять:** захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу або відпрацювання пропущеного практичного заняття шляхом виконання відповідного завдання згідно з тематикою практичного заняття.

## 6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство- навчальний посібник / І.П. Гладкий, В.І. Мощенок, В.П. Тарабанова, Н.О. Лалазарова, Д.Б. Глушкова. Харків - ХНАДУ, 2014. 528 с.
2. Дяченко С.С. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков. Харків : Вид-во ХНАДУ, 2007. 440 с.
3. Афтандіянц Є.Г. Матеріалознавство [Електронний ресурс]: підручник / Є. Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. Київ : Вища освіта, 2012. 548 с.
4. І.В. Прокопович. Металознавство: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2020. – 308с.
5. Мещерякова Т.М., Яцюк Р.А., Кузін О.А., Кузін М.О. Матеріалознавство: підручник – Дрогобич: Коло, 2015. 400с.
6. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів- підручник. К. - Основа, 2005. - 324 с.

### Допоміжна

1. Develoment of Industrial Production of Ultrafine Grained Steel in Tandem Hot Strip Mill / Kurahashi R., Nakamura K., Morimoto T. // La Revue de MetallurgieCIT. 2005. 102. №4. — P. 271283.
2. Crystallographic Texture as a Means for Controlling the Rolling Process of LowCarbon Sheet Steel. By: Egiz, I. V.; Shamrai, V. F.. Metal Science & Heat Treatment, Jan/Feb2003, Vol. 45 Issue 1/2, PP. 3538.
3. Hulka K., Gray J.M., Heisterkamp F. High temperature thermomechanical processing of pipe steel technical basis and production experience // Pipeline Technology. 2000. V. II. PP. 291306.
4. Вплив контрольованої прокатки та подальшої термічної обробки на структуру та властивості сталі 13Г1СУ / Горбатенко В.П., Лукін О.В., Гриненко Д.В. // Вісник ДонНАБА Матеріали VI міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів". — Вип. 2007 4(66). — Макіївка: ДонНАСА, 2007 — С. 56-59.

**7. ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ**

1. <http://www.splav.kharkov.com/main.php>
2. [http://www.splav.kharkov.com/choose\\_type.php](http://www.splav.kharkov.com/choose_type.php)
3. [https://studbooks.net/2555645/tovarovedenie/kontroliruemaya\\_prokatka](https://studbooks.net/2555645/tovarovedenie/kontroliruemaya_prokatka)
4. Віртуальний читальний зал ННІ ПДАБА: <https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?csf=1&web=1&e=hiwEpc&CID=c1fdb980-20aa-46a6-9136-5a2470148bab&FolderCTID=0x012000686B7E3420895E4193BB9DB5D43292AE&id=%2Fsites%2Fe-library%2FShared%20Documents%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B8%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B0%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2>

Розробник

  
(підпис)Віра ВАХРУШЕВА

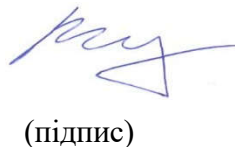
Гарант освітньої програми

  
(підпис)Володимир ВОЛЧУК

Силабус затверджено на засіданні кафедри  
Матеріалознавства та обробки матеріалів  
(назва кафедри)

Протокол від «05» листопада 2024 р. № 4

Завідувач кафедри

  
(підпис)Володимир ВОЛЧУК